



كفاءة وفعالية الأنظمة الحيوية المتعددة السمات

د. هلال هدية المنتصر
كلية تقنية المعلومات
جامعة طرابلس
طرابلس - ليبيا
altuboli@hotmail.com

د. عبدالمنعم عمر الاسود
كلية تقنية المعلومات
جامعة طرابلس
طرابلس - ليبيا
a.alaswad@uot.edu.ly
laswadmonem@gmail.com

الملخص

تستند تقنية السمات الحيوية على مبدأ قياس وفحص السمات (الصفات) الحيوية (البيولوجية) للأفراد، واستخلاص الميزات الفريدة من هذه البيانات ومن ثم مقارنتها مع مجموعة النماذج المخزنة في قاعدة بيانات النماذج الحيوية. وتسمى هذه الصفات البيولوجية الفريدة السمات الحيوية ويمكن أن تكون واحدة من نوعين - سمات فسيولوجية وسمات سلوكية.

ترتبط السمات الفسيولوجية بشكل الجسم بينما ترتبط السمات السلوكية بأنماط السلوك لدى الأفراد. وتشمل السمات الحيوية الفسيولوجية بصمات الأصابع والوجه والقزحية وتضاريس اليد وما إلى ذلك، بينما تشمل السمات السلوكية خصائص مثل المشية والصوت وإيقاع الكتابة وما إلى ذلك.

ويتوقف اختيار سمة حيوية معينة لاستخدامه في تطبيق معين على عوامل مختلفة مثل الشمولية، والدوام، والتفرد، وقابلية القياس، والأداء، وما إلى ذلك. وهو يعتمد أيضا على ملاءمة التطبيق، فقد تكون بعض السمات الحيوية أكثر ملاءمة لتطبيق معين يعتمد على الراحة والأمن. ومع ذلك، فمن المستبعد جدا أن تكون السمة الحيوية الواحدة قادرة على تلبية جميع متطلبات جميع التطبيقات.

محدودية الأنظمة الحيوية المنفردة السمات

كل انظمة القياس الحيوية المتوفرة في الاسواق اليوم لها امكانيات محدودة في تحديد هويات الافراد، فاستخدام قذحية العين مثلا قد يواجه بعض الصعوبات مثل بُعد عدسة التصوير وحركة الرموش والجفون واعاققتها لاخذ صورة واضحة ومكتملة كما ان الوجه البشري تتغير معالمه مع الوقت و للتوائم وجوه متشابهة المعالم الى حد بعيد، كما يمكن تزوير وجوه عن طريق الاجهزة المحمولة مثلا او عن طريق الاقنعة المصنوعة من السيليكون

[1-2].

اما استخدام بصمات الاصابع فانها قد تصاب بالجروح او الحروق من الممكن ان تكون هذه الاصابات مؤقتة او دائمة علاوة على إمكانية صناعة اصابع مزيفة من الجيلاتين او السيليكون لديها القدرة على تنفيذ هجمات على أنظمة التعرف على الافراد التي تستخدم فيها بصمات الاصابع. كما ان أنظمة استخدام الصوت للتعرف على الهوية تعاني ايضا من مشاكل فالصوت البشري يتأثر بسهولة بأشياء كثيرة منها على سبيل المثال الاصابة بنزلات البرد حيث تتغير نبرة الصوت فلا يمكن للنظام التعرف عليها ويمكن ايضا تسجيل الاصوات في اوساط مختلفة واستخدامها لمهاجمة الأنظمة [3] .

استخدام الحمض النووي للافراد يعد الافضل في التعرف على الهوية ولكنه ايضا أعلى تكلفة كما انه يحتاج الى وقت طويل للاستخراج ويحتاج الى معدات دقيقة وخاصة، ولكنه يحتوي على معلومات جينية خاصة للافراد قد تمنع بعض القوانين استخدامها او البوح بها.

تضاريس اليد البشرية ليست متفردة الى الحد الذي يجعل استخدامها ممكنا مع عدد كبير من الافراد ولهذا هي ليست مناسبة للاستخدام لغرض التعرف على الهوية. اما التعرف على الاسلوب الحركي او طريقة المشي (Gait Recognition) للفرد فهي ايضا ليست مستقرة وقد تتأثر بالوزن او الإصابة وهي ايضا لا تستخدم لعدد كبير من الافراد ولا يمكن الاعتماد عليها بشكل كبير [4] .

كما ان الأنظمة التي تستخدم التوقيع هي الاخرى ليست مستقرة وتتغير مع الوقت لاسباب كثيرة منها على سبيل المثال الاصابة بالأمراض مثل الرعاش او الزهايمر الذي يؤثر على التحكم في العضلات ، كما يمكن ان يكون السبب فنيا مثل تنوع الاجهزة ودرجة حساسية المستشعرات فيها .

لا تستطيع اي من الاجهزة المذكورة اعلاه منفردة أن تظمن التعرف على الهوية بشكل مثالي ، زد على ذلك امكانية مهاجمة هذه الأنظمة في اماكن مختلفة ومراحل مختلفة من عملها من خارجها ، سواء كانت هذه الأنظمة تستخدم للتعرف على الهوية او لتأكيداتها، دمج بعض النماذج او الأنظمة المذكورة لتعمل معا في نظام واحد يعد فكرة جيدة لرفع كفاءة الأنظمة المستخدمة ولتوسيع الشريحة التي يمكن لها استخدامها وتوفير أنظمة أكثر امنا وموثوقية [5] .

الأنظمة المنفردة السمات الحيوية Uni-Modal Biometric Systems

ما يعرف بالأنظمة المنفردة (unimodal) يعتمد على مصدر واحد للمعلومات مثل بصمة الاصبع او بصمة الوجه ، قد لا يتوفر في هذه المعلومة الواحدة الكفاءة المنشودة لعمل نظام أمني يعتمد عليه بسبب وجود نسبة عالية من الاخطاء [6,7] . هذه الأنظمة قد تعاني من انواع مختلفة من الاشكاليات منها:-

- **التشويش في البيانات الملتقطة:** مجسات عاطلة أو لم يتم صيانتها بشكل جيد (تجمع الغبار والأتربة على المجسات أو العدسات) قد ينتج صور أو بيانات مشوشة أو مشوهة، نزلة برد تغير نبرة الصوت ، لباس النظارات يؤثر على دقة صور قذحية العين ، تأثير الإضاءة (شدتها أو انعدامه) تجعل من الصعب الحصول على صورة واضحة للوجه ... الخ.
- **عدم التفرد:** من المتوقع ان تكون السمات الحيوية متميزة جدا بين الافراد بحيث يمكن التمييز بينهم بسهولة حيث ان بعض هذه السمات تكون مميزة ودقيقة جدا ونسبة الخطاء فيها منخفضة جدا قد تصل الى 1:1000000 في قذحية العين على سبيل المثال بينما تتفاوت في السمات الاخرى وبذلك يمكن استخدام سمات معينة دون اخرى في نظام امني معين حسب درجة الاهمية والسرية في ذلك النظام.
- **عدم الشمولية:** ونعني بذلك عدم القدرة على استخلاص بيانات محددة من مجموعة من المستخدمين بسبب رداءة وعدم تجانس البيانات نظرا لوجود اخطاء او اعطال في المجسات او العدسات. فمن المعروف ان نسبة قد تصل الى 4% من الافراد يحملون نزوب او جروح في اصابعهم ولهذا السبب قد يستخلص النظام بيانات خاطئة منهم. كما يمكن للطريقة التي يتواصل بها الافراد مع اجهزة ومعدات الإستخلاص ان تؤدي الى إعطاء نتائج خاطئة.
- **هجمات الخداع: (spoof attacks):** تخزين بعض السمات الحيوية المزيفة في قاعدة بيانات النظام من قبل مستخدمين مرخص لهم باستخدام النظام بحيث يقوم الاشخاص الغير مرخص لهم لاحقا بمهاجمة النظام عندما يتم استخدام تلك السمات، اصابع مزيفة مصنعة من الجيلاتين او السيليكون يمكن استخدامها ايضا لخداع النظام [8]. هذا النوع من الهجمات هو نوع شائع جدا عندما يتم استخدام السمات السلوكية للأفراد ، وبغض النظر عن الاشكاليات المذكورة سلفا تعاني الانظمة المنفردة من بعض نقاط الضعف الاخرى مثل: عدم تغطية العدد الكافي من الافراد وعدم التميز الكامل وقابلية التدخل في هذه الانظمة. هذه الصعوبات تؤدي الى ارتفاع نسبة الرفض الخاطيء (FFR) False Reject Rate و القبول الخاطيء False Accept Rate (FAR) [9,10,11] .

Multi-Modal Biometric Systems الأنظمة المتعددة السمات الحيوية

لدمج أنظمة القياس الحيوية المتعددة تاريخ يعود الى قرابة الثلاثين عاماً حيث يتم دمج أكثر من سمة حيوية لتجربة كفاءة نظام حيوي متعدد السمات كنظام للتعرف أو التأكيد على هويات الأفراد فقد عالجت الأنظمة متعددة السمات بعض المشاكل في الأنظمة المنفردة السمات مما يعطيها الأفضلية على الأجهزة المنفردة كالكفاءة والخصوصية.

- **دقة التعرف:** كفاءة الأنظمة متعددة السمات تبدو من خلال التجارب واضحة مقارنة مع الأنظمة منفردة السمات، حيث يتوقع أن تكون الأنظمة المتعددة أكثر كفاءة وفعالية من الأنظمة المنفردة بسبب الخصائص المتعددة التي يمكن استخلاصها مع صعوبة تزيف مجموعة من السمات مجتمعة. حيث أن مجموع الخصائص والمعرفات المستخلصة منها توفر أدلة إضافية للتعرف على صحة ادعاء الهوية مما يؤدي إلى ازدياد الثقة في النتائج المتحصل عليها، فمثلاً من الممكن أن يكون توقيع شخصين مختلفين متشابهاً فيؤدي إلى نتائج خاطئة ولكن إضافة سمات أخرى للنظام مثل بصمات الوجه سيحل هذه المشكلة ويقلل من الأخطاء الناتجة عن النظام [12]. بعض التجارب أثبتت أن دقة الأنظمة المتعددة قد يصل إلى نسبة 100% في التعرف على الهوية.

- **الخصوصية:** الأنظمة المتعددة السمات تحسن مقاومة الأنظمة للاختراق فهي تقلل فرص سرقة العينات أثناء تسجيلها في النظام وتخزينها في قواعد البيانات [13]. فمن الصعب على المهاجمين سرقة سمات عديدة في وقت واحد فعند استخدام أجهزة التقاط مختلفة يتوجب على المهاجمين اختراق جميع الأجهزة للحصول على بيانات متكاملة [12]، كما يمكن لهذه الأنظمة حل مشكلة عدم الشمولية بحيث يمكن التقاط بعض السمات الحيوية إذا بعض السمات الأخرى غير متوفرة أو كانت جودتها ضعيفة مثل استخدام بصمات الوجه في المؤسسات التي يقوم فيها العمال بأعمال تؤثر على الجلد بسبب خشونة العمل أو التعامل مع المواد الكيميائية التي تشوه بصمات الأصابع وبذلك فهي توفر تغطية لقطاعات أكبر بمعالجتها للتشويش أو الأخطاء في البيانات [14، 017].

أ. أنواع أنظمة السمات المتعددة ، المقترحة كحل بديل:

الأنظمة الحيوية المتعددة السمات تنقسم إلى نوعين هما: الأنظمة المتزامنة والأنظمة غير المتزامنة. في الأنظمة المتزامنة يتم دمج سمتين حيويتين أو أكثر في عملية معالجة واحدة وفي الجانب الآخر

الأنظمة الغير متزامنة تستخدم تقنيتين مختلفتين على التوالي (الجهاز الاول ثم الجهاز الثاني) وتعمل الأنظمة متعددة السمات في ثلاث طرق [6] :

- الوضع التسلسلي (وضع التعاقب) - يتم فحص كل طريقة قبل التحقيق من الطريقة التالية. ويمكن تقليل مدة التعرف الإجمالية، حيث يمكن تخفيض العدد الإجمالي للهويات الممكنة مطابقتها قبل استخدام الطريقة التالية.
- الوضع الموازي - يتم استخدام البيانات المستشعرة (الملتقطة) من طرائق متعددة بطريقة متزامنة لتنفيذ عملية التعرف. ثم يتم الجمع بين النتائج لاتخاذ القرار نهائي.
- النمط الهرمي - يتم دمج الخصائص الفردية في بنية هيكلية متسلسلة (شجرة). ويفضل هذا الوضع عند توقع عدد كبير من الخصائص.

ب. سيناريوهات التكامل للأنظمة المتعددة السمات

تم تصميم أنظمة التعرف باستخدام السمات الحيوية المتعددة للعمل في واحدة من سيناريوهات التكامل على النحو التالي:

(1) أنظمة استشعار متعددة (Multi-Device Systems)

يتم جمع المعلومات من نفس السمات الحيوية التي تم الحصول عليها من أجهزة الاستشعار المختلفة للجميع. على سبيل المثال، يمكن الحصول على المعلومات التكميلية المتممة لبصمات الأصابع باستخدام أنواع مختلفة من أجهزة الاستشعار (like optical and capacitive sensors). ثم يتم دمج المعلومات التي تم الحصول عليها باستخدام تقنية الدمج على مستوى المستشعر (sensor level fusion technique) [7].

(2) الأنظمة متعددة السمات (Multi-Traits Systems)

وتستخدم أكثر من سمة حيوية للتعرف على هوية المستخدم. على سبيل المثال، يمكن دمج المعلومات التي يتم الحصول عليها باستخدام خصائص الوجه وخصائص الصوت أو غيرها للتعرف على هوية المستخدم [15]. وهذا يمكن أن يكون أكثر تكلفة لأنه يتطلب أجهزة استشعار

متعددة حيث يقوم كل مستشعر بقراءة خصائص حيوية مختلفة. ولكن بالمقابل فإن التحسن في أداء النظام كبير وواضح.

(3) أنظمة متعددة المثيلات (Multi-instance systems).

(نفس السمة في مكان مختلف) يتم التقاط سمة حيوية واحدة للمثيلات. على سبيل المثال، يمكن استخدام صور القرحة اليسرى واليمنى للتعرف على قرحة العين. كما يمكن الجمع بين بصمات الأصابع من اثنين أو أكثر من أصابع الشخص أو أكثر من صورة واحدة لنفس الشخص (من زوايا مختلفة). إذا تم استخدام مستشعر واحد للحصول على هذه الصور بطريقة متتابعة فمن الممكن تخفيض تكلفة النظام ليصبح فعالاً من حيث التكلفة، لأنه لا تتطلب أجهزة استشعار متعددة. وعلاوة على ذلك، فإنه لا يتضمن استخراج خصائص إضافية ووحدات مطابقة (matching modules)

[16].

(4) النظام المتعدد العينات (Multi-Sample Systems)

وتستخدم عينات متعددة من نفس السمة الحيوية للتسجيل والتعرف. على سبيل المثال، التقاط صورة مواجهة للوجه بالإضافة إلى النقاط لمحات يسار ويمين الوجه. انطباعات متعددة لنفس الإصبع وعينات متعددة من الصوت يمكن الجمع بينها أيضاً.

قد تتغلب تجربة العينات المتعددة على الأداء الضعيف للنظام ولكن، ذلك يتطلب نسخ متعددة من أجهزة الاستشعار، كما يمكن للمستخدم الانتظار فترة أطول من الوقت لالتقاط العينات [7].

(5) أنظمة متعددة الخوارزميات (Multi-Algorithms Systems)

يتم تطبيق أساليب مختلفة و متعددة لإستخلاص الخصائص ومطابقتها حيث يتم استخدام خوارزميات مختلفة للسمة الحيوية الواحدة.

القرار النهائي المتحصل عليه إذا امكن استخدام أي من تقنيات الدمج للمطابقة، يمكن تطبيقها على النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام خوارزميات مختلفة. هذه النظم هي الأكثر إقتصاداً حيث لا يوجد حاجة إلى أجهزة إضافية لالتقاط البيانات. ولكنها تعتبر الأكثر تعقيداً بسبب تطبيق خوارزميات مختلفة [7].

(6) الأنظمة الهجينة (Hybrid Systems)

وهو نظام يدمج أنظمة حيوية متعددة من الأنظمة السالفة الذكر. على سبيل المثال، يمكن الجمع بين اثنين من خوارزميات التعرف على الوجه مع اثنين من خوارزميات التعرف على بصمات الأصابع ويكون هذا النظام متعدد الوسائط ومتعدد الخوارزميات. وعلاوة على ذلك، إذا تم استخدام أجهزة استشعار متعددة للحصول على هذه الصور، فإنه سيكون متعدد المستشعرات، وإذا تم استخدام المستشعر مرات متعددة لالتقاط بصمات الأصابع، فسوف يكون نظام متعدد المثيلات أيضا [11].



(الشكل) 1 ويظهر مختلف أنواع السمات الحيوية المتعددة.

ج. محدودية النظم الحيوية المتعددة.

لا يزال بعض القصور موجودا في هذه النظم مثل وجود الخدوش في بصمات الأصابع وعلامات العدسة في صور القزحية، وهذا سيؤدي إلى زيادة معدل الرفض الخاطيء (FRR). وعلاوة على ذلك، لابد من العمل على تحسين دقة التسجيل والتعرف للأنظمة المتعددة السمات الحيوية.

في الأنظمة الحيوية متعددة السمات، يعد فشل نظام واحد فشلا للنظام بأكمله، كذلك فإن الأنظمة الحيوية المتعددة الوسائط قد تكون أكثر تكلفة وتعقيدا بسبب متطلبات الأجهزة والخوارزميات الإضافية كما إن هناك احتياج وطلب كبير على القوة الحسابية (قوة المعالجات) ومتطلبات التخزين [12].

وقد كشفت الأبحاث الحديثة أن النظم متعددة السمات الحيوية يمكن أن تزيد من مستوى الأمن كوسيلة لتعزيز أمن الشبكات للأشخاص الذين يتم تشجيعهم على استخدام أنظمة القياس الحيوية في هذا المجال.

ومع ذلك فهناك حاجة إلى المزيد من الجهود والبحوث لمواجهة بعض أنواع الهجمات [16].

الخلاصة :-

قد يجذب موضوع السمات الحيوية المتعددة المزيد من الاهتمام من الباحثين في السنوات الأخيرة حيث يتم استخدامه للتعرف على هوية الأفراد على أساس الخصائص الفسيولوجية والسلوكية لإستخدامها في الأغراض الأمنية. وقد أظهرت النظرة العامة على السمات الحيوية أنه من المستحيل العثور على سمة حيوية واحدة مناسبة لجميع التطبيقات وجميع السكان وجميع التقنيات والسياسات الإدارية. كما أن دمج السمات الحيوية يمكن أن يحل قصور الأنظمة المنفردة لتحقيق أداء أفضل للأنظمة المتعددة.



المراجع:

- 1 A. A. Ross, A. K. Jain, and K. Nandakumar, "Information Fusion in Biometrics," in *Handbook of Multibiometrics*, ed, 2006.
- 2 R. Gad, M. Mohamed, and N. El-Fishawy, "Iris Recognition Based on Log-Gabor and Discrete Cosine Transform Coding," *Journal of Computer Science and Engineering*, vol. 5, no. 2.
- 3 F. Karray, J. A. Saleh, M. N. Arab, and M. Alemzadeh, "Multi Modal Biometric Systems: A State of the Art Survey," *Pattern Analysis and Machine Intelligence Laboratory, University of Waterloo, Waterloo, Canada*, no. 2007.
- 4 K. Delac and M. Grgic, "A Survey of Biometric Recognition Methods," in *Electronics in Marine, 2004. Proceedings Elmar 2004. 46th International Symposium, ELMAR-2004, Zadar, Croatia, 2004*.
- 5 R. Bhatia, "Biometrics and Face Recognition Techniques," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 3, no. 5, 2013.
- 6 G. Amirthalingam, "A Multimodal Approach for Face and Ear Biometric System," *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, vol. 10, no. 5, 2013
- 7 H. AlMahafzah and M. Z. AlRwashdeh, "A Survey of Multibiometric Systems," *International Journal of Computer Applications* vol. 43, no. 15, 2012.
- 8 T. Matsumoto, H. Matsumoto, K. Yamada, and S. Hoshino, "Impact of Artificial Gummy Fingers on Fingerprint Systems," in *Electronic Imaging 2002, Proceedings of SPIE, San Joes, USA, 2002*.
- 9 N. Radha and A. Kavitha, "Rank Level Fusion Using Fingerprint and Iris Biometrics," *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, vol. 2, no. 6, 2011.
- 10 R. Singhal, N. Singh, and P. Jain, "Towards An Integrated Biometric Technique," *International Journal of Computer Applications*, vol. 42, no. 13, 2012.
- 11 D. T. Meva and C. K. Kumbharana, "Comparative Study of Different fusion techniques in multimodal biometric authentication," *International Journal of Computer Applications*, vol. 66, no. 19, 2013
- 12 M. L. Gavrilova and M. M. Monwar, "Current Trends in Multimodal Biometric System Rank Level Fusion," in *Pattern Recognition, Machine Intelligence and Biometrics*, ed: Springer, 2011.



- 13 M. A. P. C. Mr. Rupesh Wagh, "Analysis of Mutlimodal Biometrics with Security Key," *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering (IJARCSSE)*. vol. 3, no. 8, 2013.
- 14 A. Meraoumia, S. Chitroub, and A. Bouridane, "Multimodal Biometric Person Recognition System based on Iris and Palmprint Using Correlation Filter Classifier," in *Proc. of the Second International Conference on Communications and Information Technology, Hammamet, Tunisia, 2012*.
- 15 M. Deriche, "Trends and Challenges in Mono and Multi biometrics," presented at the *Image Processing Theory, Tools and Applications, 2008. IPTA 2008. First Workshops on, Sousse, 2008*.
- 16 M. S. Ahuja and S. Chhabra, "A Survey of Multimodal Biometrics," *International Journal of Computer Science and its Applications*, vol. 1, .1102